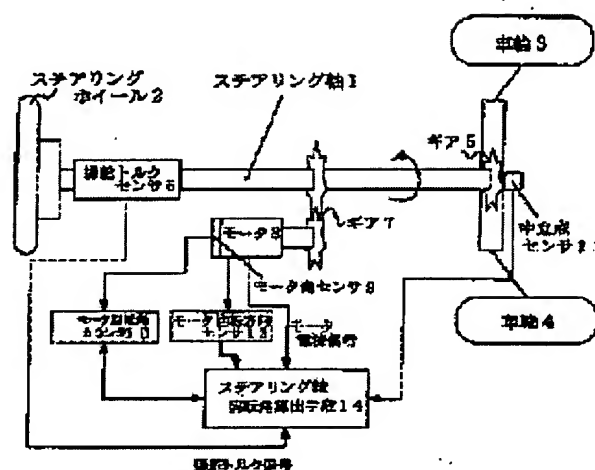


ELECTRIC POWER STEERING CONTROL DEVICE

Patent number: JP2003118620
Publication date: 2003-04-23
Inventor: SATAKE TOSHIHIDE; KURISHIGE MASAHIKO; INOUE TOMOYUKI; TSUTSUMI KAZUMICHI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: B62D6/00; B62D5/04; B62D101/00; B62D113/00; B62D119/00
- european:
Application number: JP20010320578 20011018
Priority number(s): JP20010320578 20011018

Abstract of JP2003118620

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electric power steering control device capable of affording the rotation angle of a steering shaft with high resolution and high accuracy without requiring accuracy for a setting position in the incorporating process of a neutral point sensor. **SOLUTION:** A calculation means for the rotation angle of the steering shaft is adopted as follows. A count value by a counter means is reset according to the detection result of a neutral point detection means, and an estimated reaction value of the steering shaft is calculated based on a steering torque and a current signal flowing into a motor. When the absolute value of the reaction value of the shaft is in a range where a vehicle is recognized to be in a straight-ahead travel condition, the count value after the reset by the counter means is stored according to the rotation direction of the motor, which is averaged to calculate a neutral point correction value. Thus, the rotation angle of the steering shaft is calculated based on the neutral point correction value and the count value by the counter means.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-118620

(P2003-118620A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト* (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
5/04		5/04	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00		101:00	
113:00		113:00	
119:00		119:00	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-320578(P2001-320578)

(22) 出願日 平成13年10月18日 (2001. 10. 18)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 佐竹 敏英

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 栗重 正彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 10005/874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

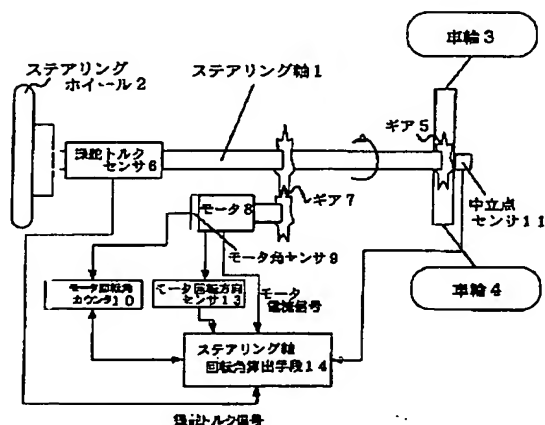
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 中立点センサの組み込み過程において取り付け位置に精度を要することなく、高分解能、かつ高精度なステアリング軸回転角を得ることのできる電動式パワーステアリング制御装置を実現する。

【解決手段】 ステアリング軸回転角算出手段は、中立点検出手段の検出結果に応じてカウンタ手段のカウンタ値をリセットし、操舵トルクと、モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、ステアリング軸反力推定値の絶対値が、車両が直進走行していると認められる範囲内である場合に、モータ回転方向に基づいて上記カウンタ手段によるリセット後のカウンタ値を回転方向別に記憶し、該記憶した回転方向別のカウンタ値を平均化して中立点補正値を算出し、中立点補正値と、カウンタ手段によるカウンタ値とに基づいてステアリング軸回転角を算出するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の進行方向を特定するステアリング軸の回転角がステアリング軸可動範囲内の予め定めた1点にあることを検出する中立点検出手段と、
上記ステアリング軸にギアを介して補助トルクを与えるモータの回転角を検出するモータ角検出手段と、
上記モータ角検出手段により検出されたモータ回転角に基づいて上記モータが所定角度を回転した回数を回転方向別にカウントするカウンタ手段と、
上記モータの回転方向を検出するモータ回転方向検出手段と、
上記ステアリング軸の回転操作により生じる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、
車両直進位置からのステアリング軸の回転角を算出するステアリング軸回転角算出手段とを備え、
上記ステアリング軸回転角算出手段は、
上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記操舵トルクと、上記モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、
上記ステアリング軸反力推定値の絶対値が、車両が直進走行していると認められる範囲内である場合に、上記モータ回転方向に基づいて上記カウンタ手段によるリセット後のカウント値を回転方向別に記憶し、該記憶した回転方向別のカウンタ値を平均化して中立点補正値を算出し、
上記中立点補正値と、上記カウンタ手段によるカウント値とに基づいてステアリング軸回転角を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記中立点検出手段は、上記予め定めた1点から所定の回転角度だけ回転した位置において上記予め定めた1点における検出結果と同一の検出結果をさらに取得し、
上記ステアリング軸回転角算出手段は、
上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記操舵トルクと、上記モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、
上記ステアリング軸反力推定値の絶対値に基づいて上記中立点検出手段による検出結果が車両直進位置によるものと判定された場合に上記車両直進位置を検出し、
上記中立点補正値と、上記カウンタ手段によるカウント値と、上記車両直進位置からの所定の回転角度とに基づいてステアリング軸回転角を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項3】 請求項1に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記操舵トルクセンサに代えて、上記車両の左右の車輪のそれぞれに車輪の回転速度を検出する車輪速検出手段

を備え、

上記ステアリング軸回転角検出手段は、
上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記車輪速検出手段により検出された左右の車輪の回転速度差を算出し、
上記回転速度差の絶対値が、車両が直進していると認められる範囲内である場合に、中立点補正値を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記中立点検出手段を上記モータの回転軸に取り付けたことを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記モータ回転方向検出手段に代えて、上記モータの回転速度を検出するモータ回転速度検出手段を備え、
上記ステアリング軸回転角算出手段は、
上記モータ回転速度検出手段により検出されたモータ回転速度と、正の速度値および負の速度値からなる2つのしきい値との比較に基づいて上記モータ回転方向を判定することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
車両の走行速度を検出する車速センサをさらに備え、
上記ステアリング軸回転角検出手段は、上記車速センサにより検出された車両の走行速度が予め設定された速度以上である場合に中立点補正値を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項7】 請求項5に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記ステアリング軸回転角検出手段は、上記モータ回転速度検出手段による検出値に基づいて中立点補正値を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
上記ステアリング軸回転角算出手段は、ステアリング機構の摩擦によって生じる摩擦トルクをモータの回転方向別に予め記憶したテーブルを備え、
上記モータ回転方向に応じて上記テーブルから対応する摩擦トルクを読み込み、該読み込んだ摩擦トルクに基づいて中立点補正値を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
ステアリング軸回転角算出手段は、算出した中立点補正値を電源遮断中も保持することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動式パワーステアリング制御装置に関し、より詳しくはモータ角センサを用いて操舵角を演算する電動式パワーステアリング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図16は、例えば、特開2000-203443号公報「電動式パワーステアリングシステム」に記載された従来の電動式パワーステアリング制御装置を示した構成図である。図16において、ステアリング軸1はステアリングホイール2と連結されており、運転手による上記ステアリングホイール2の操作に応じて回転する。車輪3、4にはラック・ピニオンギア5を介して上記ステアリング軸1の回転動作が伝達されている。

【0003】また、操舵トルクセンサ6は運転手がステアリングホイール2を操作することにより生じる操舵トルク値を計測するものであり、この計測された操舵トルク値はモータ8に供給する電流を制御（図示しないアシストトルク制御手段による制御）するために用いられる。上記モータ8は例えば16.5:1のギア比率を有するモータ減速ギア7を介してステアリング軸1と連結され、ステアリング軸1にトルク補助を与えるためのものである。

$$120[\text{度}]/6/16.5=1.2[\text{度}] \dots\dots(1)$$

【0008】しかしながら、モータ角センサ9の出力は所定位置からの絶対角を表すものではない。同方向に回転し続けた場合、図17(b)に示したS1~S6のセンサ出力シーケンスが120度ごとに繰り返される。モータ回転角カウンタ10はこのS1~S6の回転子磁石の極性の組み合わせをカウントする手段である。モータ回転角カウンタ10はモータ角センサ9の出力が例えばS1→S2、S2→S3、S3→S4・・・と順方向に変化した場合はカウントアップ、S1→S6、S6→S5、S5→S4・・・と逆方向に変化した場合はカウントダウンする。

【0009】中立点センサ11はステアリング軸1の回転角、またはその他のステアリングアセンブリ（ステアリングラック等）が車両直進位置にあることを、直接的に検出する位置センサや圧力センサ、あるいは間接的に検出する車両ヨーレートセンサ等である。

【0010】さらに、具体的な説明を加えると、車両のステアリングホイール2を左端から右端まで切り回した場合に、通常、ステアリング軸1は3~4回転するが、中立点センサは、図18に示すようにステアリング軸1の回転角が車両直進位置にある状態のみ検出する。すなわち、ステアリングホイール2を左端から右端まで切り回してステアリング軸が3~4回転する間に、車両直進位置に相当する1点のみで検出信号を発するものであり、ステアリング軸1の周回毎に検出信号を発するものではない。

【0004】ここで、上記モータ8は3相永久磁石ブラシレスモータであり、3個のホール効果センサA、B、Cから成るモータ角センサ9を付属する。以下にモータ角センサ9の詳細を図17を用いて説明する。

【0005】図17(a)はモータ8と3個のホール効果センサA、B、Cの配置を示した構成図である。図17(a)において、モータ角センサ9はモータの回転子電磁石100の周囲に等間隔で配置されており、回転子の回転角を検出する。すなわち、各センサA、B、Cは検出範囲内に回転子磁石のN極があるかS極があるかを検出することにより、回転子の回転角を検出することができる。図17(b)は図17(a)に示したモータ8の構成において、モータ8が120度回転する間にセンサA、B、Cで検出される回転子磁石の極性の組み合わせを示したものである。

【0006】このモータ8の構成によれば、モータ8が120度回転する間に6種類の回転子磁石の極性の組み合わせ(S1~S6)が得られることとなり、120度のモータ角を6分割することは、モータ減速ギア7を介したステアリング軸1の角度に換算すると、次式(1)の如く1.2度の分解能となる。

【0007】

【0011】次に、ステアリング軸回転角算出手段12はステアリング軸1が車両直進位置からどれくらい回転しているかを算出するものである。この算出された値は電動式パワーステアリングの操舵フィーリングを良くするための制御に使用されたり、また、他の制御装置（例えば、ブレーキ制御装置）に供給され、車両安定性を良くするための制御等に使用される。以下にステアリング軸回転角算出手段12の動作フローを説明する。

【0012】図19はステアリング軸回転角算出手段12の動作を示したフローチャートである。はじめに、ステップS19-1では、ステアリング軸回転角算出手段12は中立点センサ11の検出状態を読み取り、ステップS19-2へ進む。

【0013】ステップS19-2では、ステップS19-1で読み取った中立点センサ11がONであるか否かを判定する（車両直進位置にある場合に「中立点センサ11がON」になる）。判定の結果、中立点センサ11がONの場合はステップS19-3へ進み、OFFである場合はステップS19-4へ進む。

【0014】ステップS19-3では、上記ステップS19-2の判定の結果、中立点センサ11がONの場合、ステアリング軸回転角算出手段12は、モータ回転角カウンタ10のカウント値を0にリセットする。ここに、図18はステアリング軸回転角とモータ回転角の関係を模式的に示した相関図であり、ステップS19-3におけるカウント値のリセットにより図20に示すよう

に、モータ回転角カウンタ10の値はステアリング軸回転角に応じたものになる。

【0015】次いで、ステップS19-4では、ステアリング軸回転角算出手段12は、モータ回転角カウンタ

ステアリング軸回転角〔度〕＝（モータ回転角カウンタの値）×1.2

・・・・・・（2）

【0016】以上の動作により、ステアリング軸1の車両直進位置からの回転角を算出している。なお、例外として、装置起動後、初めて中立点センサ11がONになるまでの間は、ステップS19-1、ステップS19-2を繰り返す（図中の点線部）。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の電動式パワーステアリング制御装置では、中立点センサ11によってステアリング軸1の車両直進位置を精度良く検出し、モータ回転角カウンタ10を0にリセットすることが重要である。したがって、中立点センサ11の組み込み過程においては、正確なステアリング軸1の車両直進位置を検出できるようにするため、取り付け位置に高い精度を要求されるとともに、コストが非常に高くなるという問題点があった。

【0018】本発明は上記のような問題を解決するためになされたものであり、中立点センサの組み込み過程において取り付け位置に精度を要することなく、高分解能、かつ高精度なステアリング軸回転角を得ることのできる電動式パワーステアリング制御装置を実現することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明に係る電動式パワーステアリング制御装置は、車両の進行方向を特定するステアリング軸の回転角がステアリング軸可動範囲内の予め定めた1点にあることを検出する中立点検出手段と、上記ステアリング軸にギアを介して補助トルクを与えるモータの回転角を検出するモータ角検出手段と、上記モータ角検出手段により検出されたモータ回転角に基づいて上記モータが所定角度を回転した回数を回転方向別にカウントするカウンタ手段と、上記モータの回転方向を検出するモータ回転方向検出手段と、上記ステアリング軸の回転操作により生じる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段と、車両直進位置からのステアリング軸の回転角を算出するステアリング軸回転角算出手段とを備え、上記ステアリング軸回転角算出手段は、上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記操舵トルクと、上記モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、上記ステアリング軸反力推定値の絶対値が、車両が直進走行していると認められる範囲内である場合に、上記モータ回転方向に基づいて上記カウンタ手段によるリセット後のカウント値を回転方向別に記憶し、該記憶した回転方向別のカウンタ値を平均化して中

立点補正値を読み取る。その後、ステップS19-5では、次式（2）にてステアリング軸回転角を算出する。

立点補正値を算出し、上記中立点補正値と、上記カウンタ手段によるカウント値とに基づいてステアリング軸回転角を算出するものである。

【0020】また、上記中立点検出手段は、上記予め定めた1点から所定の回転角度だけ回転した位置において上記予め定めた1点における検出結果と同一の検出結果をさらに取得し、上記ステアリング軸回転角算出手段は、上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記操舵トルクと、上記モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、上記ステアリング軸反力推定値の絶対値に基づいて上記中立点検出手段による検出結果が車両直進位置によるものと判定された場合に上記車両直進位置を検出し、上記中立点補正値と、上記カウンタ手段によるカウント値と、上記車両直進位置からの所定の回転角度とに基づいてステアリング軸回転角を算出するものである。

【0021】また、上記操舵トルクセンサに代えて、上記車両の左右の車輪のそれぞれに車輪の回転速度を検出する車輪速検出手段を備え、上記ステアリング軸回転角検出手段は、上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記車輪速検出手段により検出された左右の車輪の回転速度差を算出し、上記回転速度差の絶対値が、車両が直進していると認められる範囲内である場合に、中立点補正値を算出するものである。

【0022】また、上記中立点検出手段を上記モータの回転軸に取り付けたものである。

【0023】また、上記モータ回転方向検出手段に代えて、上記モータの回転速度を検出するモータ回転速度検出手段を備え、上記ステアリング軸回転角算出手段は、上記モータ回転速度検出手段により検出されたモータ回転速度と、正の速度値および負の速度値からなる2つのしきい値との比較に基づいて上記モータ回転方向を判定するものである。

【0024】また、車両の走行速度を検出する車速センサをさらに備え、上記ステアリング軸回転角検出手段は、上記車速センサにより検出された車両の走行速度が予め設定された速度以上である場合に中立点補正値を算出するものである。

【0025】また、上記ステアリング軸回転角検出手段は、上記モータ回転速度検出手段による検出値に基づいて中立点補正値を算出するものである。

【0026】また、上記ステアリング軸回転角算出手段

は、ステアリング機構の摩擦によって生じる摩擦トルクをモータの回転方向別に予め記憶したテーブルを備え、上記モータ回転方向に応じて上記テーブルから対応する摩擦トルクを読み込み、該読み込んだ摩擦トルクに基づいて中立点補正値を算出するものである。

【0027】また、ステアリング軸回転角算出手段は、算出した中立点補正値を電源遮断中も保持するものである。

【0028】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1に係る電動式パワーステアリング制御装置を示す構成図である。図1において、図16と同一符号は同一箇所を示し、その説明は省略する。新たな符号として、13はモータ8の回転方向を検出するモータ回転方向センサであり、14は、図16におけるステアリング軸回転角算出手段12とは異なる演算を行なうステアリング軸回転角算出手段である。

【0029】ステアリング軸回転角算出手段14には、従来例と同じモータ回転角カウンタ10からのカウント値および中立点センサ11からの検出信号に追加して、操舵トルクセンサ6からの操舵トルク信号、モータ8に流れるモータ電流信号、および上記モータ回転方向センサ13により検出されたモータ回転方向が入力される。

【0030】モータ回転方向センサ13はモータ8の回転方向を常に検出しているものであり、左回転、右回転、停止状態のいずれかを示す信号を常に出力しているものである。例えば、モータ角センサ9の出力が、図17(b)に示すモータ8が120度回転する間のセンサA、B、Cで検出される回転子磁石の極性の組み合わせ

ステアリング軸回転角[度]

$$= (\text{モータ回転角カウンタの値} - \text{中立点補正値}) \times 1.2 [\text{度}]$$

..... (3)

【0035】次に、中立点補正値を算出する際のステアリング軸回転角算出手段14の動作について説明する。

【0036】図3は本実施の形態1に係る電動式パワーステアリング制御装置におけるステアリング軸回転角算出手段14の中立点補正値算出時の動作を示したフローチャートである。はじめに、ステップS3-1では中立点センサ11の出力を読み込み、次いで、ステップS3-2では中立点センサ11がONか否かを判定する。中立点センサがONになるまではステップS3-1、ステップS3-2を継続する。中立点センサがONになれば

ステアリング軸反力推定値 = (操舵トルク信号) + ($K_t \times$ モータ電流信号)

..... (4)

ここで K_t はモータ8のトルク定数であり、所定電流当たりのモータ発生トルク(ステアリング軸換算)を示すものである。車両が直進している場合は、ステアリング軸反力はごく小さな値となる。

【0038】次いで、ステップS3-6では、上記ステップS3-5で算出したステアリング軸反力推定値の絶

対値が、所定値より小さいかどうか判定する。ここでの所定値は、車両が直進走行しているかどうかを判定するためのしきい値であり、実験データ等から最適な値を設定すれば良い。

【0031】以下に、本実施の形態1におけるステアリング軸回転角算出手段14の動作について説明する。図2は本実施の形態1に係る電動式パワーステアリング制御装置におけるステアリング軸回転角算出手段14の動作を示したフローチャートである。なお、従来例と同じく、装置起動後、初めて中立点センサがONになるまでの間は、ステップS2-3、S2-4を繰り返す(図中点線部)。

【0032】はじめに、ステップS2-1では、ステアリング軸回転角算出手段14は、中立点補正値を算出済みかどうかを判定する。算出済みでない場合はステップS2-2へ進み、後述するステアリング軸回転角算出手段14により中立点補正値を算出し、すでに算出済みである場合はステップS2-3へ進む。

【0033】ステップS2-3以降のステップ(S2-3~S2-7)は、従来例に示した図19におけるステップS19-1~S19-5と同じであるが、最終のステップS2-7でステアリング回転角の算出するために次式(3)を用いる。

【0034】

ば、ステップS3-3へ進み、モータ回転角カウンタ9のカウント値、左回転補正値記憶フラグ、右回転補正値記憶フラグを0にリセットする。なお、左回転補正値記憶フラグ、右回転補正値記憶フラグは、ステアリング軸回転角算出手段14の内部に備えられたフラグである。

【0037】その後、ステップS3-4では、操舵トルク信号、モータ電流信号、モータ回転角カウンタ、モータ回転方向センサを読み込み、次いで、ステップS3-5にて次式(4)を用いてステアリング軸反力推定値を算出する。

【0039】ステアリング軸反力推定値の絶対値が、所定値より小さい場合はステップS3-7へ進み、ステッ

ブS3-4で読み込んだモータ回転方向センサ13の値によりモータの回転方向を判定する。また、ステアリング軸反力推定値の絶対値が、所定値より大きい場合はステップS3-4に戻る。

【0040】次に、ステップS3-7でモータの回転方向が左回転と判定した場合には、ステップS3-8へ進みステップS3-4で読み込んだモータ回転角カウンタ10の値を、左回転補正值として記憶し、左回転補正值記憶フラグを1にセットする。

【0041】一方、モータの回転方向が右回転と判定した場合には、ステップS3-9へ進みステップS3-4

$$\text{中立点補正值} = (\text{左回転補正值} + \text{右回転補正值}) / 2 \quad \dots\dots (5)$$

【0043】以上の動作フローにより本実施の形態1では、ステアリング軸回転角算出手段14は中立点補正值を算出することができる。

$$J \times d\omega s / dt = T_{hdl} + T_{atr} - T_{fric} \times \text{sign}(\omega s) - T_{react} \quad \dots\dots (6)$$

J：ステアリング機構の慣性モーメント（ステアリング軸換算）

$d\omega s / dt$ ：ステアリング軸回転加速度

T_{hdl} ：操舵トルク

T_{atr} ：モータ出力トルク（ステアリング軸換算）

T_{fric} ：ステアリング機構の摩擦トルク（ステアリング

$$T_{react} = T_{hdl} + T_{atr} - J \times d\omega s / dt - T_{fric} \times \text{sign}(\omega s) \quad \dots\dots (7)$$

【0046】従って、操舵トルク T_{hdl} 、モータ出力トルク T_{atr} 、ステアリング軸回転加速度 $d\omega s / dt$ 、ステアリング機構の摩擦トルク T_{fric} から、路面反力 T_{react} の算出可能であることが分かる。なお、操舵トルク T_{hdl} には、操舵トルクセンサ6による操舵トルク信号 T_{sens} を用い、また、モータ出力トルク T_{atr} には、モータ8に流れるモータ電流信号 I_{atr} に既知のモータトルク定数 K_t を乗じて用いることができる。

【0047】ここで、ステアリング軸回転加速度の項（ $-J \times d\omega s / dt$ ）は、一般に極端な急操舵をしない限り無視可能であり、また、ステアリング機構の摩擦トルク T_{fric} は、一般に左右操舵時にほぼ同じ大きさであり、かつ方向が逆であるため、左右に操舵し算術平均を行えば摩擦トルク T_{fric} の影響は自動的にキャンセルされるため、 $T_{fric} \times \text{sign}(\omega s)$ の項も無視することができる。以上により式（4）が導出され、式（4）により検出した路面反力推定値に基づいて中立点補正值の算出が可能となる。

【0048】本実施の形態1では、以上のようにステア

$$\begin{aligned} \text{中立点補正值} = & (\text{左回転補正值} [1] \sim [100] \text{の合計} \\ & + \text{右回転補正值} [1] \sim [100] \text{の合計}) / 200 \quad \dots\dots (8) \end{aligned}$$

【0050】また、モータ回転方向センサ13が、左回転、右回転、停止状態のいずれかを示す信号を常に出力するものとしたが、モータ回転速度センサを備え、検出

で読み込んだモータ回転角カウンタ10の値を、右回転補正值として記憶し、右回転補正值記憶フラグを1にセットする。

【0042】また、モータ8が停止していると判定した場合にはステップS3-4に戻るが、モータ8が左回転、または右回転で動作していると判断した場合にはステップS3-10へ進み、左回転補正值記憶フラグ、右回転補正值記憶フラグが共に1か否かを判定し、共に1の場合は、ステップS3-11にて次式（5）により中立点補正值を算出する。

【0044】次に、式（4）により路面反力の推定が可能となる理由について以下に詳述する。ステアリング機構の運動方程式は、次式（6）で表される。

軸換算）

$\text{sign}(\omega s)$ ：ステアリング軸の回転速度の符号（回転方向）

T_{react} ：ステアリング軸反力（ステアリング軸換算）

【0045】式（6）をステアリング軸反力 T_{react} について解くと、次式（7）のようになる。

リング軸反力推定値により、中立点を補正するようにしたので、従来に比べてステアリング軸1への中立点センサ11の組み込み過程で車両直進位置と中立点センサ11の中立点とを一致させるための精度を必要としないので、コストが低い電動式パワーステアリング制御装置を提供できる。また、装置の電源を遮断する際に、中立点補正值を記憶するようにすれば、次の装置起動時は、中立点補正值の算出が不要であるので、高精度なステアリング軸回転角が早く得られる。

【0049】なお、本実施の形態1では、左回転補正值、右回転補正值を1つ記憶した際に、それぞれ左回転補正值記憶フラグ、右回転補正值記憶フラグを1にセットするようにしたが、これに限るものでなく、例えば、左回転補正值、右回転補正值を100データ記憶した際に、左回転補正值記憶フラグ、右回転補正值記憶フラグを1にセットするようにし、中立点補正值を、次式（8）により算出すれば、多くのデータの平均値となり、より高精度な中立点補正值を算出できる。以降に述べる実施の形態でも同様である。

されたモータ回転速度をステアリング軸回転角算出手段14に入力し、しきい値を用いて左回転、右回転、停止状態を判定してもよい。以降に述べる実施の形態でも同

様である。具体的には、例えばモータが左回転であるときの速度をプラスの速度値として検出するようにモータ回転方向センサを設けた場合に、右回転であるときは逆にマイナスの速度値として検出されることとなる。したがって、例えば第1のしきい値として+0.1、第2のしきい値として-0.1を設定すれば、モータ回転速度センサの検出値が+0.1以上であれば左回転、-0.1以下であれば右回転、-0.1~+0.1の範囲内であれば停止状態と判定することができる。

【0051】また、モータ角センサ9の分解能を1.2度としているが、これに限るものではなく、モータ角センサ9の分解能に応じて、式(3)中の1.2[度]を変更すればよい。以降に述べる実施の形態でも同様である。

ステアリング軸反力推定値

$$= \text{操舵トルク信号} + (K_t \times \text{モータ電流信号}) + \text{摩擦トルク値} \cdots (9)$$

【0055】図4は本実施の形態2に係る電動式パワーステアリング制御装置における上記実施の形態1とは異なるステアリング軸回転角算出手段14の中立点補正值算出時の動作を示したフローチャートである。以下に図4を用いて中立点補正值を算出する際のステアリング軸回転角算出手段14の動作について説明する。

【0056】図4において、ステップS4-1~ステップS4-4は上記実施の形態1における図3のステップS3-1~ステップS3-4と同一であるため説明を省略する。ステップS4-5では、ステップS4-4により読み込まれたモータ回転方向センサ13により検出されたモータ回転方向に対応する摩擦トルク値を上記テーブルから読み込む。次いで、ステップS4-6では、式(9)を用いてステアリング軸反力推定値を算出する。

【0057】ステップS4-7では、上記ステップS4-6で算出したステアリング軸反力推定値の絶対値が、所定値より小さいかどうか判定する。ここでの所定値は、車両が直進走行しているかどうかを判定するためのしきい値であり、実験データ等から最適な値を設定すれば良い。次いで、ステップS4-8では、モータ回転角カウンタ10のカウント値を読み取る。

【0058】以上のように、本実施の形態2によれば、ステアリング機構の操作性が左右非対称な車両であっても、高精度な中立点補正值を算出できる。また、モータ回転方向別の補正值を平均化する必要がなく、短時間で中立点補正值を算出できる。

【0059】実施の形態3。実際の走行条件では、中立点をより精度よく算出できる操舵パターン(例えば、高速での車線変更時等)がある。本実施の形態3では、精度よく中立点補正值を算出するため、車速センサを備えることにより、この車速センサにより検出された車両の走行速度が所定値より大きい(あるいは、車速が所定範囲内の)場合のみのデータをもとに中立点補正值を算出する。

【0052】また、本実施の形態1では、中立点補正值の算出を1回しか行っていないが、中立点補正值の算出を複数回行い、その平均値を使用しても良い。以降に述べる実施の形態でも同様である。

【0053】実施の形態2。ステアリング機構は、一般にステアリングホイール2を左右に操作した際、左右対称な操作性を確保するような機構となっているが、中には左右対称な操作性を確保できていない車両もある。本実施の形態2では、摩擦トルク T_{fric} を回転方向別に予めテーブルとして記憶しておき、ステアリング軸回転方向、すなわちモータ回転方向に応じた摩擦トルク T_{fric} をテーブルから読み込み、ステアリング軸反力推定値を次式(9)により算出する。

【0054】

【0060】図5は、本実施の形態3に係る電動式パワーステアリング制御装置における中立点補正值の算出を示したフローチャートである。図5において、ステップS5-1~S5-3は、上記実施の形態1における図3のステップS3-1~S3-3と同様のため説明を省略する。ステップS5-4では、車速センサによる車両走行速度を読み取る。次いで、ステップS5-5では、車両走行速度が所定値よりも大きい場合にはステップS5-6へ進み、所定値よりも小さい場合にはステップS5-4、S5-5を繰り返す。

【0061】ステップS5-6では、操舵トルク信号、モータ電流信号、モータ回転角カウンタ、モータ回転方向センサの値を読み込む。以下は上記実施の形態1における図3のステップS3-5~ステップS3-11と同様である。

【0062】以上のように、本実施の形態3に係る電動式パワーステアリング制御装置では、車両走行速度が所定値以上あるいは所定範囲内である場合のみにステアリング軸反力推定値を算出することができ、精度良く中立点が算出可能な所望の車両走行時のみに中立点補正值の算出をすることができる。

【0063】なお、同様にしてモータ回転速度センサを備えることにより、モータ回転速度やモータ回転速度の微分値(モータ回転加速度)が、所定値より大きい(あるいは、所定範囲内の)場合のみのデータをもとに、中立点補正值を算出することもできる。

【0064】実施の形態4。上述してきた実施の形態1~3では、中立点センサ11は、ステアリング軸1の周回毎にONになるものではなく、ステアリングホイール2を左端から右端に切り回してステアリング軸1が3~4回転する間には、車両直進位置に相当する1点のみでONになるものとしたが、本実施の形態4における中立点センサ11は、ステアリング軸1の周回毎にONになるものである。すなわち、図6のように、ステアリン

グ軸 1 の回転角が車両直進位置にある場合だけでなく、それに +360 度、あるいは、-360 度した回転角でも、中立点センサが ON になる。

【0065】本実施の形態 4 に係る電動式パワーステアリング制御装置の構成は上記実施の形態 3 と同じく車速センサを備えるものである。ステアリング軸回転角算出手段 14 の動作フローを説明する。

【0066】はじめに、ステップ S7-1 では、ステアリング軸回転角算出手段 14 は、中立点補正値を算出済みか否かを判定する。判定の結果、算出済みである場合にはステップ S7-4 へ進む。一方、算出済みでない場合にはステップ S7-2 へ進み中立点補正値を算出する。ここで、本実施の形態 4 における中立点補正値の算出処理について説明する。図 8 は本発明の実施の形態 4 に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正値の算出処理を示したフローチャートである。以下に図 8 について説明する。

【0067】まず、ステップ S8-1 では、車速センサおよび中立点センサの検出値を読み取り、ステップ S8-2 では、車速が所定値より大きくかつ中立点センサが ON であるかを判定する。判定の結果が Yes であればステップ S8-3 へ進み、No であればステップ S8-2 の判定結果が Yes になるまでステップ S8-1、S8-2 を繰り返す。

【0068】ステップ S8-3 では、操舵トルク信号とモータ電流信号を読み込み、ステップ S8-4 では、式(4)によりステアリング軸反力推定値を算出する。次に、ステップ S8-5 では、上記ステアリング軸反力推定値が所定値 A より小さいか否かを判定する。ここでの所定値 A は、ステップ S8-1 において、ステアリング

$$\begin{aligned} \text{ステアリング軸回転角 [度]} = & (\text{モータ回転角カウンタの値} - \text{中立点補正値}) \\ & \times 1.2 \text{ [度]} + \text{周回値} \times 360 \text{ [度]} \\ & \dots \dots (10) \end{aligned}$$

【0073】なお、図 10 はモータ回転角カウンタの値とステアリング軸回転角との対応関係を示した相関図である。本実施の形態 4 では、式(10)で算出する時点で、図 10 に示した対応関係を有している。

【0074】このようにして、本実施の形態 4 では、ステアリング軸 1 の回転角が車両直進位置にあり、中立点センサ 11 が ON になったものであるか、あるいは、それに +360 度、-360 度した回転角で、中立点センサ 11 が ON になったものであるかを、ステアリング軸反力推定値により判定した上で、ステアリング軸 1 の回転角が車両直進位置にある際に、モータ回転角カウンタ 10 をリセットして中立点補正値を算出する。

【0075】以上のように、本実施の形態 4 に係る電動式パワーステアリング制御装置によれば、中立点センサ 11 が ON になるたびに周回値を更新し、周回値を考慮してステアリング軸回転角を算出するので、中立点センサ 11 は、ステアリング軸 1 の周回毎に ON になるもの

軸 1 の回転角が車両直進位置にあり、中立点センサ 11 が ON になったものであるか、あるいは、それに +360 度、-360 度した回転角で、中立点センサが ON になったものであるかを判定するものであり、実験データ等から最適な値を設定すれば良い。これ以降の処理は、上記実施の形態 1～3 と同様である。

【0069】なお、所定値 B は上記実施の形態 1～3 と同様に、車両が直進走行しているかどうかを判定するためのしきい値であり、実験データ等から最適な値を設定すれば良い。

【0070】中立点補正値を算出後は、図 7 に戻り、ステップ S7-3 にて周回値を 0 にリセットした後、ステップ S7-4 にて中立点センサを読み込み、ステップ S7-5 にて中立点センサ 11 が ON かどうかを判定する。ここで、ステップ S7-6 では中立点センサ 11 が ON の場合に、周回値の更新を行う。周回値はステアリング軸回転角算出手段 14 内の変数であり、ステアリング軸 1 の回転角が車両直進位置から何回転しているかを示すものである。図 9 は周回値の更新処理を示すフローチャートである。

【0071】図 9 において、所定値 C はステアリング軸 1 が車両直進位置から左方向に 1 回転したこと、所定値 D はステアリング軸 1 が車両直進位置から右方向に 1 回転したことをモータ回転角カウンタ 10 の値から判定するためのしきい値である。判定条件は、所定値 C より大きい、所定値 D より小さいか等でも良い。周回値の更新を行った後の処理は、上記実施の形態 1～3 と同じであるが、最終ステップ S7-9 でステアリング回転角の算出するために次式(10)を用いる。

【0072】

であっても、ステアリング軸回転角を算出することができる。

【0076】なお、本実施の形態 4 の電動式パワーステアリング制御装置では、電源遮断時に中立点補正値及び周回値を記憶するようにしても、電源を遮断している間にハンドルを切ると、次の起動時に、周回値に誤差が生じている可能性がある。これを防ぐためには、装置起動時に毎回、中立点補正値の算出及び周回値の 0 リセットを行うようにする必要がある。

【0077】また、別の方法として、図 11 に示す周回値設定フローチャートを図 7 に示すステップ S7-1 の前に実行して周回値を設定してもよい。ただし、この周回値設定フローチャートにより周回値を設定する場合には、ステアリング軸反力推定値と周回値を対応付けたテーブルをステアリング軸回転角算出手段 14 等に予め記憶しておく必要がある。この周回値設定フローチャートをステップ S7-1 の前に実行した場合には、中立点補

正值は前回記憶した値を使えば良く、高精度なステアリング軸回転角を早く得ることができる。

【0078】なお、本実施の形態4では、中立点センサ11をステアリング軸1の回転角が車両直進位置にある場合だけでなく、それに+360度、あるいは、-360度した回転角でも、中立点センサ11がONになるも

ステアリング軸回転角[度] = (モータ回転角カウンタの値 - 中立点補正值)

$$1. 2[度] + (周回値/4) \times 90[度] \quad \dots\dots (11)$$

【0080】実施の形態5. 図13は、本実施の形態5に係る電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図であり、上記実施の形態1~4における中立点センサ11をモータ8の回転軸に取り付けたものである。この中立点センサ11は、モータ8が1回転する毎にONになるものである。モータ減速ギア7が例えば、従来例と同じく16.5:1の場合、ステアリング軸の回転角

ステアリング軸回転角[度] = (モータ回転角カウンタの値 - 中立点補正值) ×

$$1. 2[度] + \text{モータ周回値} \times 360/16.5[度] \quad \dots\dots (12)$$

【0082】以上のように、本実施の形態5に係る電動式パワーステアリング制御装置では、中立点センサ11をモータ8の回転軸に取り付けたので、中立点センサ11とモータ8を一体化したパッケージに納めることができ、上記実施の形態1~4の効果に加えて、組み立てコストの低い電動式パワーステアリング制御装置を提供することができる。

【0083】実施の形態6. 上述してきた実施の形態1~5では、中立点補正值を算出する際に、ステアリング軸反力推定値が所定値よりも小さいか否かを参照して行なっていたが、本実施の形態6では左右の前車輪の回転速度差が所定値よりも小さいか否かを参照する。(車両が直進走行時には左右前輪の回転速度差は0となる。)

【0084】図14は本実施の形態6に係る電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図を示す。図14において、車輪速検出センサ15はそれぞれの車輪の回転速度を検出し、検出された各車輪速度値はステアリング軸回転角検出手段14によって読み取られる。

【0085】次に、図15には本実施の形態6に係る電動式パワーステアリング制御装置におけるステアリング軸回転角算出手段14の中立点補正值算出時の動作フローチャートを示す。なお、ここでの中立点補正值の算出方法は、上記実施の形態2における図4に示した中立点補正值の算出方法とほぼ同一のため、図4との相違点についてのみ説明する。

【0086】図15において、ステップS15-1、S15-2は図4ステップ4-1、S4-2と同一である。ステップS4-3では、モータ回転角カウンタ、左回転補正值記憶フラグ、右回転補正值記憶フラグを0にリセットしていたが、ステップS15-3では、モータ回転角カウンタのみを0にリセットする。

【0087】次いで、ステップ15-4では、モータ回転角カウンタ、左前車輪速センサ、右前車輪速センサの

のとしたが、これに限るものではなく、例えば、図12のように+90、-90毎の回転角でも、中立点センサ11がONになるものでも良い。

【0079】この場合には、「周回値」の代わりに「四分の一周回値」とし、最終ステップS7-9では、式(11)によりステアリング軸回転角を算出する。

に換算して、+360/16.5[度]、-360/16.5[度]毎に中立点センサ11がONになる。

【0081】本実施の形態5でのステアリング回転角算出手段14の動作は、上記実施の形態4と同様であるが、実施の形態4における「周回値」の代わりに「モータ周回値」とし、最終ステップS7-9では、式(12)によりステアリング軸回転角を算出する。

値を読み取り、ステップS15-5では、上記ステップS15-4で読み取った左前車輪速センサ、右前車輪速センサの車輪回転速度との差異の絶対値が所定値よりも小さいか否かを判定する。なお、ここでの所定値は、車両が直進走行しているかどうかのしきい値であり、実験データ等から最適な値を設定すれば良い。

【0088】ステップS15-5での判定の結果、右車輪速センサの車輪回転速度との差異の絶対値が所定値よりも小さい場合には、上記ステップS15-4で読み取ったモータ回転角カウンタの値を中立点補正值として設定し、一方、右車輪速センサの車輪回転速度との差異の絶対値が所定値よりも大きい場合には、ステップS15-4、S15-5を繰り返すこととなる。

【0089】以上のように、ステアリング軸回転角算出手段14は、取得した中立点補正值に基づいて上記実施の形態1~5と同様にしてステアリング軸回転角を算出することができるため、本実施の形態6においてもステアリング軸への中立点検出手段の組み込み過程で、車両直進位置と中立点検出手段の中立点とを一致させるための精度を必要とせず、コストが低い電動式パワーステアリング制御装置を提供できる。

【0090】また、本実施の形態6に係る電動式パワーステアリング制御装置によれば、ステアリング軸回転角算出手段14等に予め左右車輪速差と周回値を対応付けたテーブルを記憶し、上記実施の形態4に係る図11の周回値設定フローチャートを用いて、ステップS11-4にて車輪速検出センサ15から左前車輪の回転速度と右前車輪の回転速度を込み、次いでステップS11-5にて上記左右の車輪回転速度の絶対値により左右車輪速差を求め、ステップS11-6にて上記左右車輪速差と周回値を対応付けたテーブルからステップS11-5で求めた左右車輪速差に応じた値を抽出することにより、実施の形態4と同様に高精度なステアリング軸回転角を

速く得ることができる。

【0091】

【発明の効果】本発明に係る電動式パワーステアリングによれば、ステアリング軸回転角算出手段が、中立点検出手段の検出結果に応じてカウンタ手段のカウント値をリセットし、操舵トルクと、モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、ステアリング軸反力推定値の絶対値が、車両が直進走行していると認められる範囲内である場合に、モータ回転方向に基づいて上記カウンタ手段によるリセット後のカウント値を回転方向別に記憶し、該記憶した回転方向別のカウンタ値を平均化して中立点補正値を算出し、該中立点補正値と、上記リセット後のカウント値とに基づいてステアリング軸回転角を算出することにより、ステアリング軸への中立点検出手段の組み込み過程で、車両直進位置と中立点検出手段の中立点とを一致させるための精度を必要とせず、コストが低い電動式パワーステアリング制御装置を提供できる。

【0092】また、中立点検出手段は、予め定めた1点から所定の回転角度だけ回転した位置において上記予め定めた1点における検出結果と同一の検出結果をさらに取得し、ステアリング軸回転角算出手段は、上記中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、操舵トルクと、モータに流れる電流信号とに基づいてステアリング軸反力推定値を算出し、該ステアリング軸反力推定値の絶対値に基づいて上記中立点検出手段の検出結果が車両直進位置によるものと判定された場合に車両直進位置を検出するため、上記中立点検出手段がステアリング軸の所定回転角度毎に検出するものであっても、中立点検出手段の組み込み過程で、取り付け位置の精度を要さず、コストが低い電動式パワーステアリング制御装置を提供できる。

【0093】また、操舵トルクセンサに代えて、車両の左右の車輪のそれぞれに車輪の回転速度を検出する車輪速検出手段を備え、ステアリング軸回転角検出手段は、中立点検出手段の検出結果に応じて上記カウンタ手段のカウント値をリセットし、上記車輪速検出手段により検出された左右の車輪の回転速度差を算出し、回転速度差の絶対値が、車両が直進していると認められる範囲内である場合に、中立点補正値を算出することにより、ステアリング軸への中立点検出手段の組み込み過程で、車両直進位置と中立点検出手段の中立点とを一致させるための精度を必要とせず、コストが低い電動式パワーステアリング制御装置を提供できる。

【0094】また、中立点検出手段をモータの回転軸に備えたことにより、中立点検出手段とモータとを一体化したパッケージに納めることができ、組み立てコストの低い電動式パワーステアリング制御装置を提供することができる。

【0095】また、モータ回転方向検出手段に代えて、

モータの回転速度を検出するモータ回転速度検出手段を備え、ステアリング軸回転角算出手段は、上記モータ回転速度をしきい値と比較することによりモータ回転方向を判定するため、直接的にモータ回転方向を検出できなくてもステアリング軸回転角を算出することができる。

【0096】また、車両の走行速度を検出する車速センサをさらに備え、ステアリング軸回転角検出手段は、車速センサにより検出された車両の走行速度が予め設定された速度以上である場合に中立点補正値を算出するため、精度良く中立点補正値を算出できる。

【0097】また、ステアリング軸回転角検出手段は、モータ回転速度検出手段による検出値に基づいて中立点補正値を算出するため、精度良く中立点補正値を算出できる。

【0098】また、ステアリング軸回転角算出手段は、ステアリング機構の摩擦によって生じる摩擦トルクをモータの回転方向別に予め記憶したテーブルを備え、モータ回転方向に応じて上記テーブルから対応する摩擦トルクを読み込み、該読み込んだ摩擦トルクに基づいて中立点補正値を算出するため、ステアリング機構の操作性が左右非対称な車両であっても、高精度な中立点補正値を算出できる。また、左右の平均を行う必要がなく、短時間で中立点補正値を算出できる。

【0099】また、ステアリング軸回転角算出手段は、算出した中立点補正値を電源遮断中も保持するため、次の装置起動時は中立点補正値の算出が不要となり、高精度なステアリング軸回転角が早く得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係るステアリング軸回転角算出手段の動作を示すフローチャートである。

【図3】 本発明の実施の形態1に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正値の算出を示したフローチャートである。

【図4】 本発明の実施の形態2に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正値の算出を示したフローチャートである。

【図5】 本発明の実施の形態3に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正値の算出を示したフローチャートである。

【図6】 本発明の実施の形態4に係る中立点センサの検出タイミングを示した模式図である。

【図7】 本発明の実施の形態4に係るステアリング軸回転角算出手段の動作を示すフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態4に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正値の算出を示したフローチャートである。

【図9】 本発明の実施の形態4に係る周回値の更新処理を示すフローチャートである。

【図10】 本発明の実施の形態4に係るモータ回転角カウンタの値とステアリング軸回転角との対応関係を示した相関図である。

【図11】 本発明の実施の形態4に係る周回値設定フローチャートである。

【図12】 本発明の実施の形態4に係る中立点センサの検出タイミングを示した模式図である。

【図13】 本発明の実施の形態5に係る電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図である。

【図14】 本発明の実施の形態6に係る電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図である。

【図15】 本発明の実施の形態6に係るステアリング軸回転角算出手段における中立点補正值の算出を示したフローチャートである。

【図16】 従来の電動式パワーステアリング制御装置のシステム構成図である。

【図17】 従来の電動式パワーステアリング制御装置のモータとホール効果センサの配置図である。

【図18】 従来の電動式パワーステアリング制御装置における中立点センサの検出タイミングを示した模式図である。

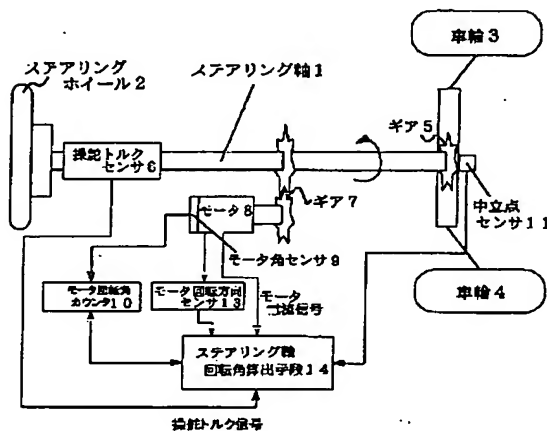
【図19】 従来の電動式パワーステアリング制御装置におけるステアリング軸回転角算出手段の動作を示したフローチャートである。

【図20】 従来の電動式パワーステアリング制御装置におけるステアリング軸回転角とモータ回転角の関係を模式的に示した相関図である。

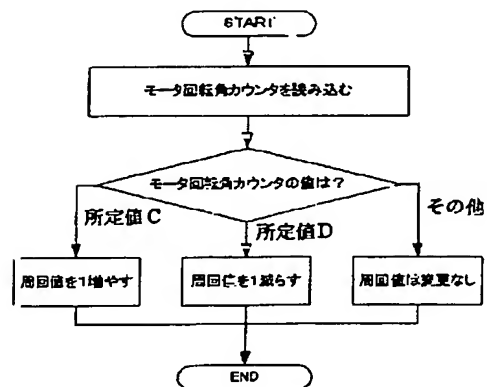
【符号の説明】

1 ステアリング軸、2 ステアリングホイール、3 車輪、4 車輪、5ギア、6 操舵トルクセンサ、7 モータ減速ギア、8 モータ、9 モータ角センサ、10 モータ回転角カウンタ、11 中立点センサ、12 ステアリング軸回転角算出手段、13 モータ回転方向センサ、14 ステアリング軸回転角算出手段、15 車輪速検出センサ。

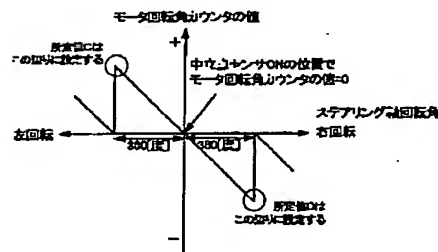
【図1】



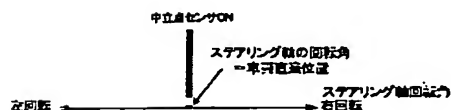
【図9】



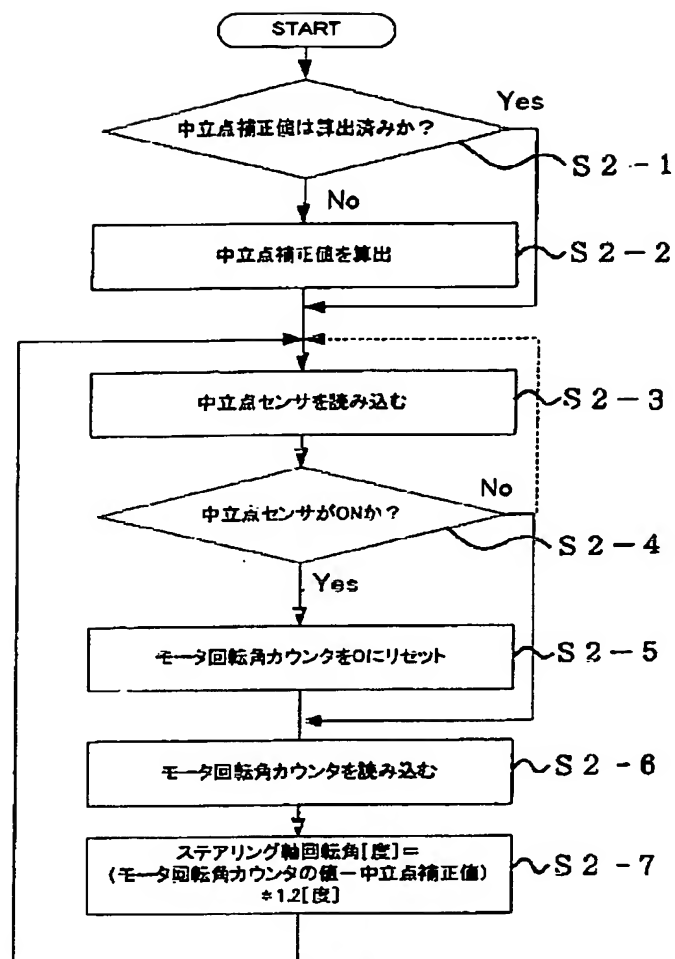
【図10】



【図18】

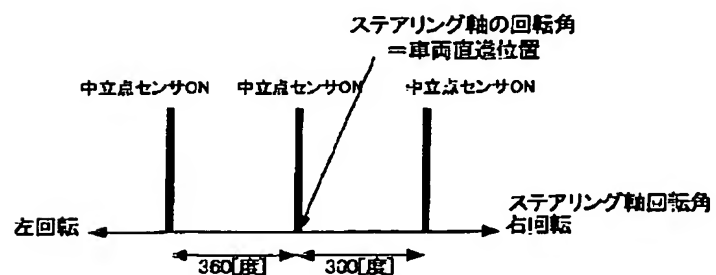


【図2】

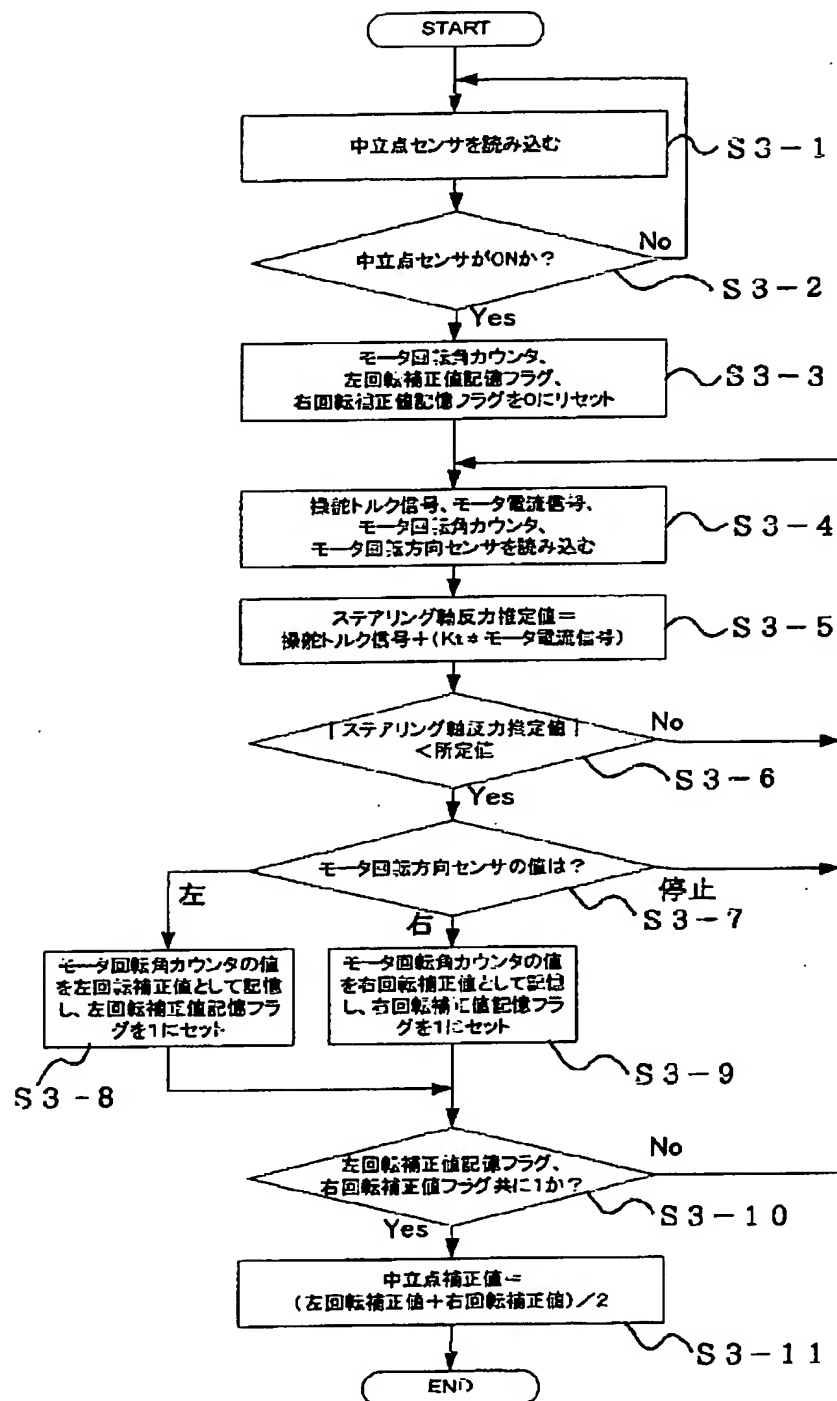


従来例と同じく、装置起動後、
初めて中立点センサがONになるまでの間は、
ステップS2-3、S2-4を繰り返す（点線部）

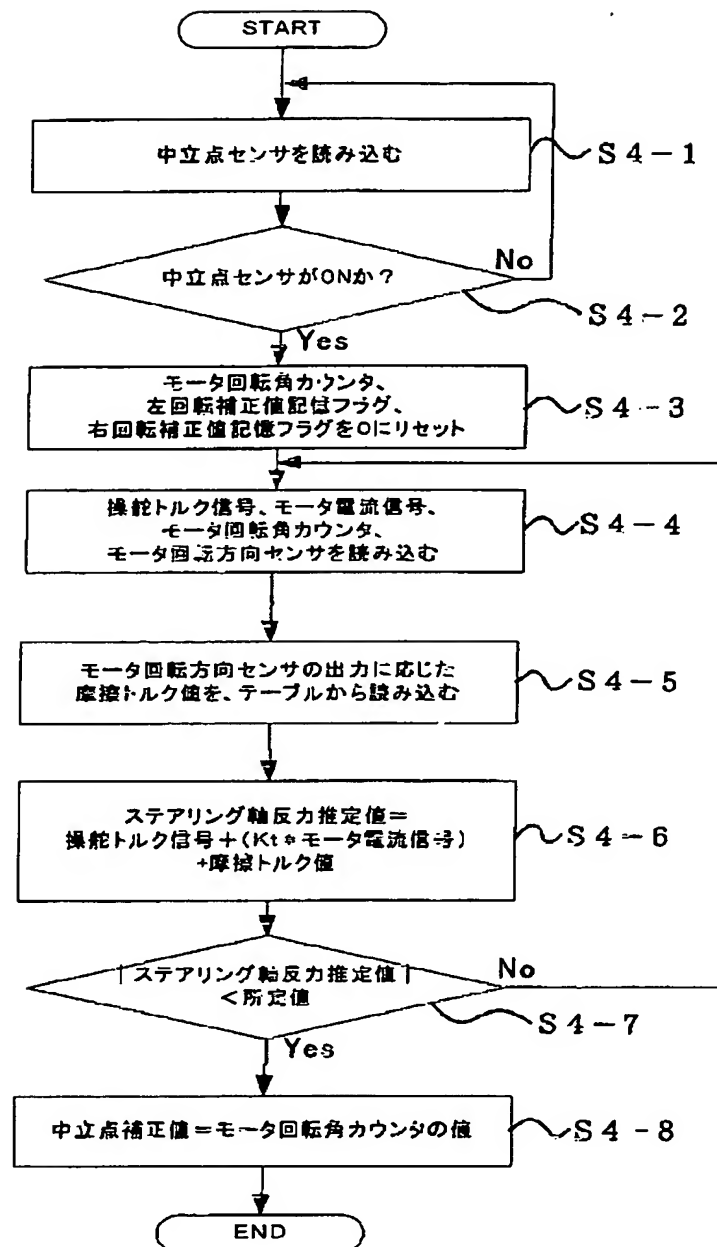
【図6】



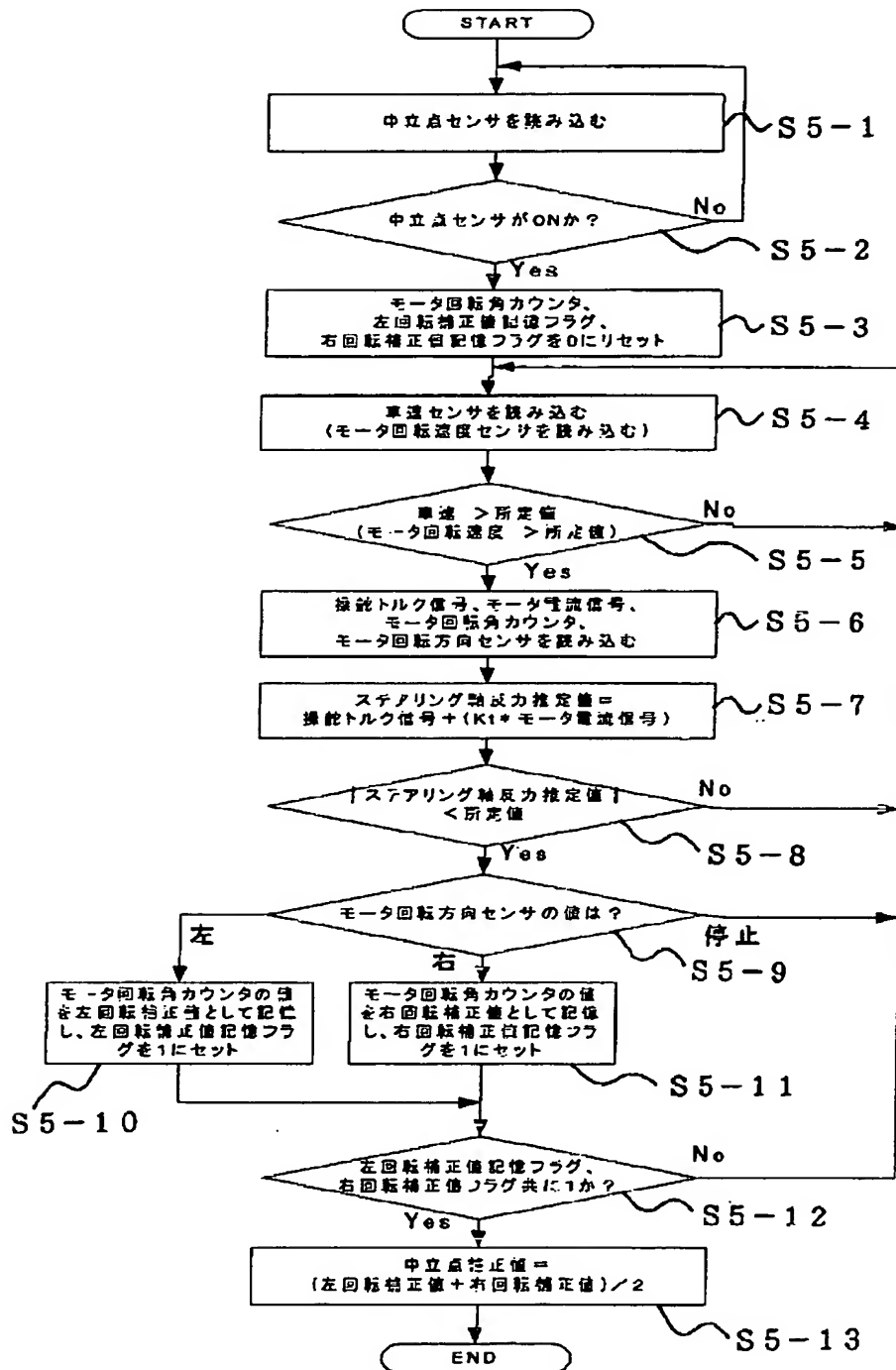
【図3】



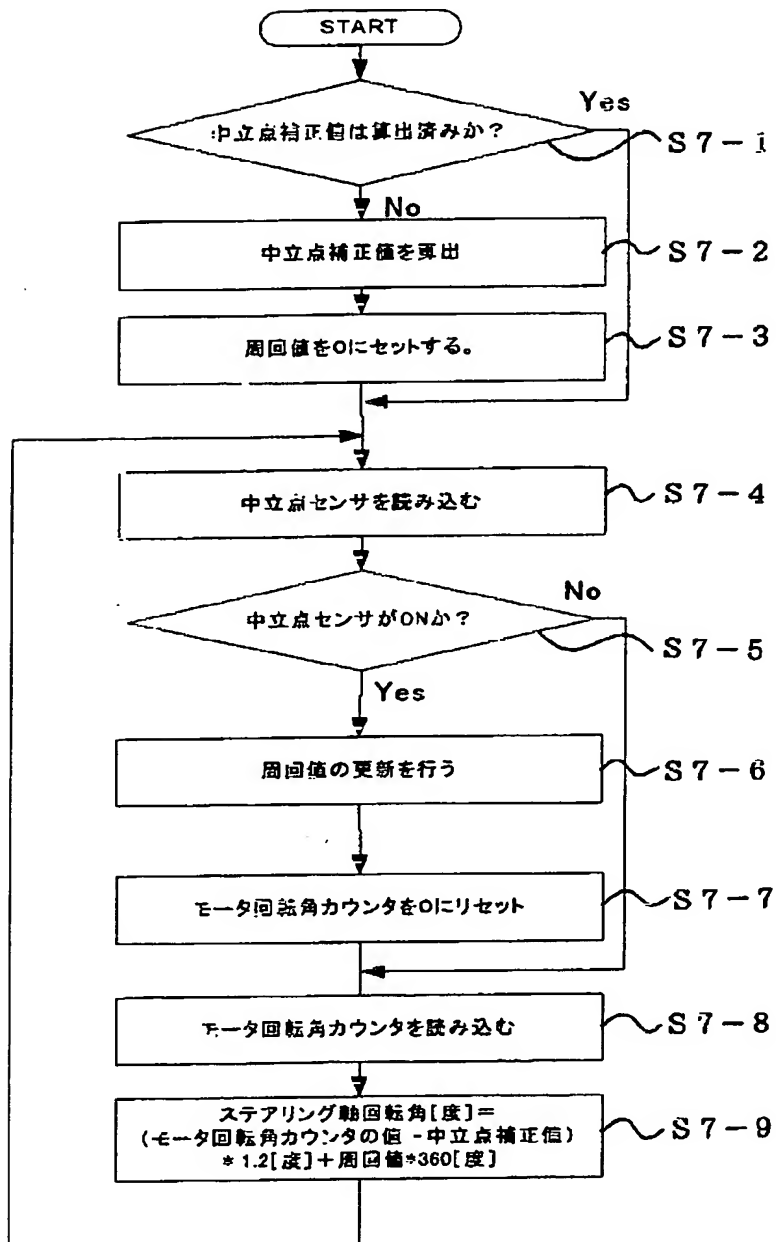
【図4】



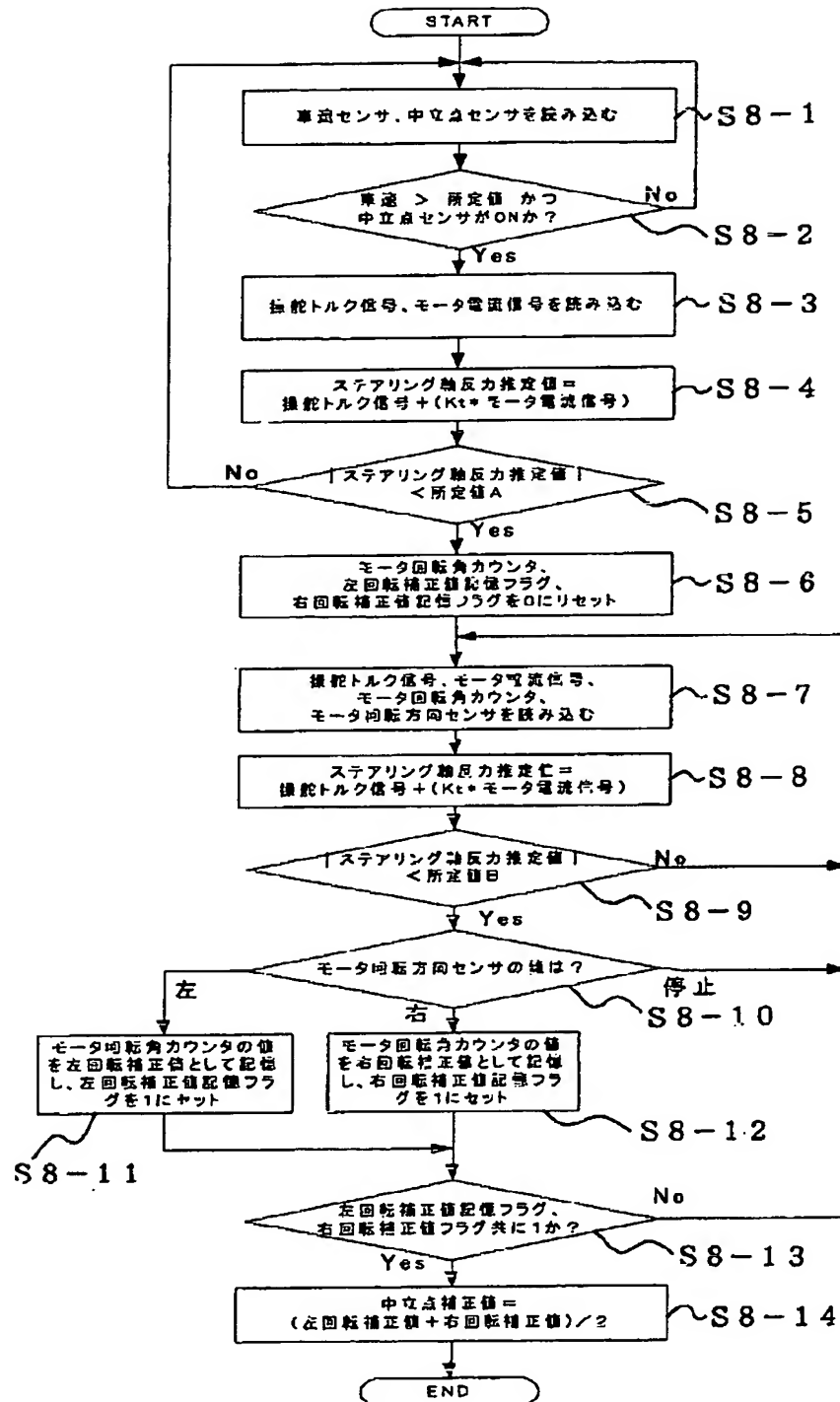
【図5】



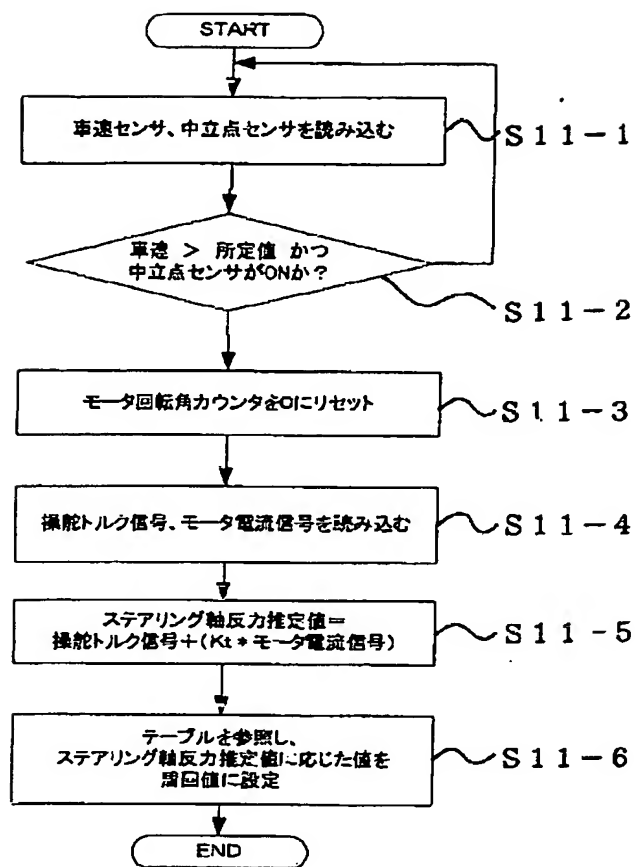
【図7】



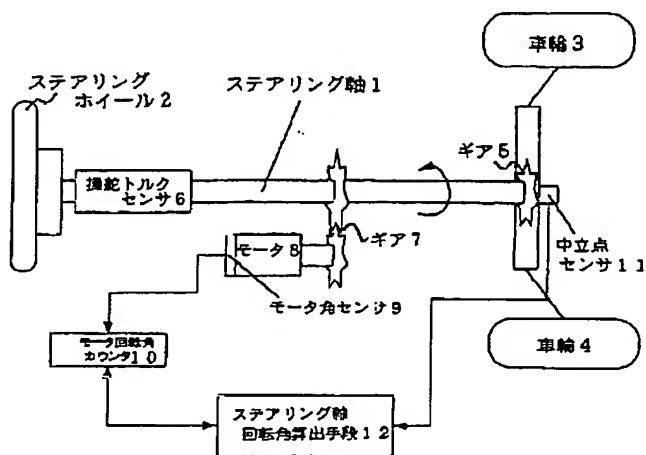
【図8】



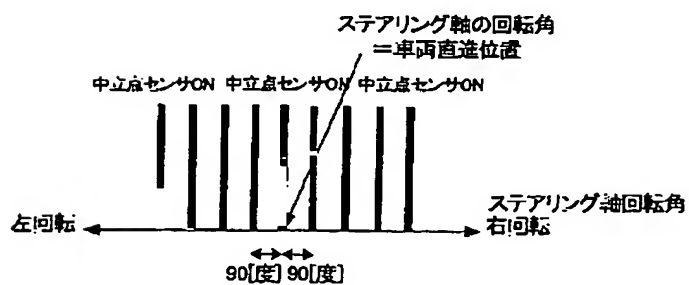
【図11】



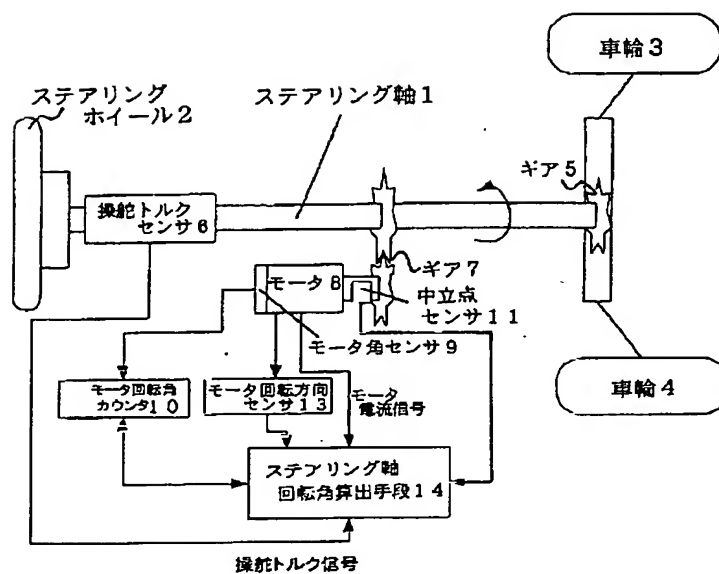
【図16】



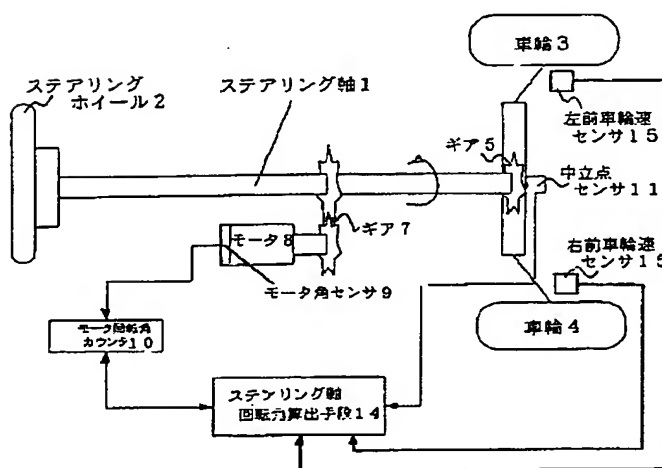
【図12】



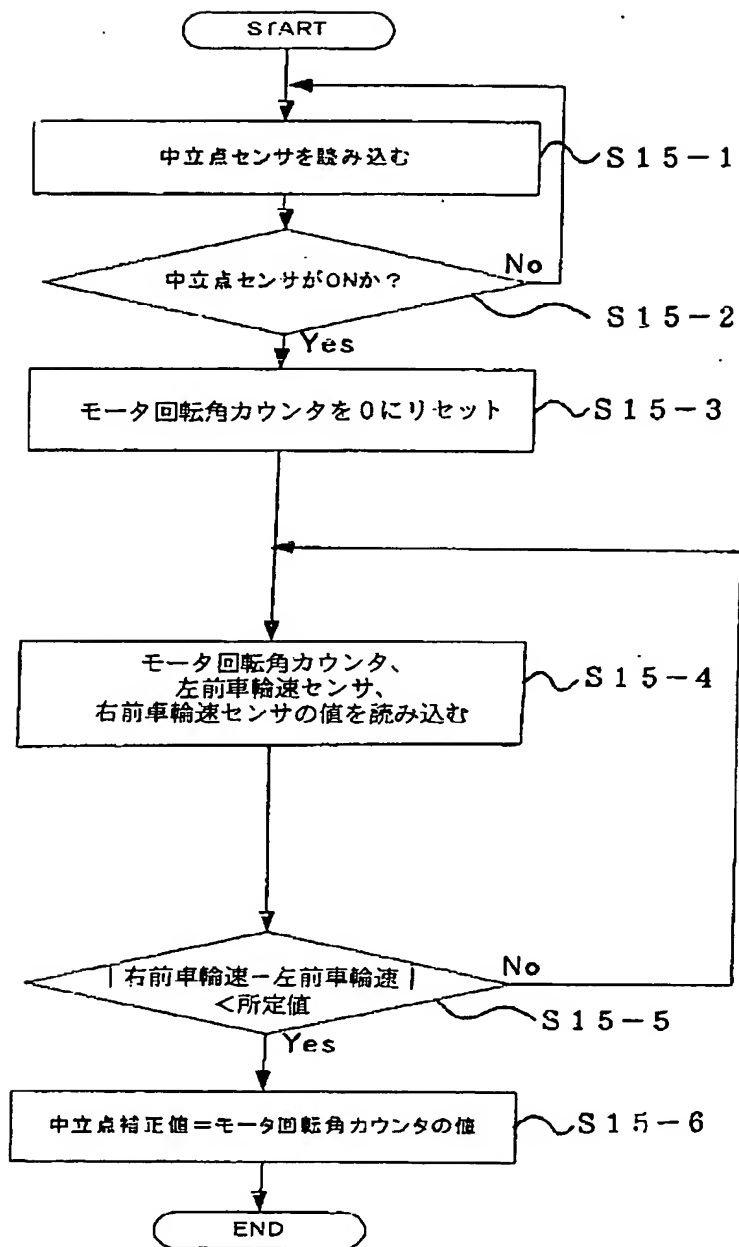
【図13】



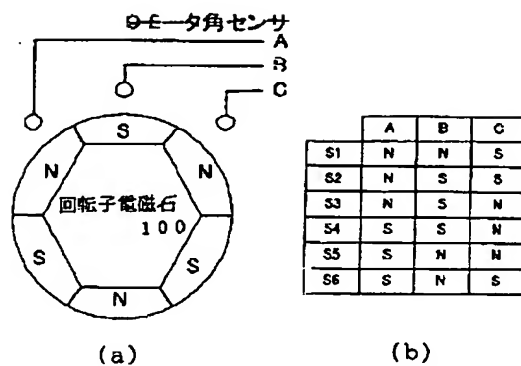
【図14】



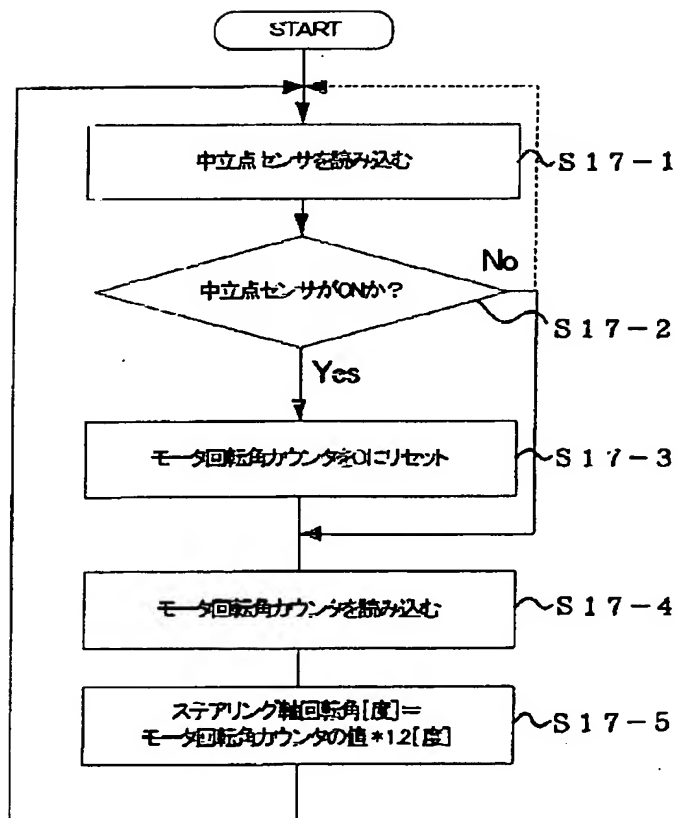
【図15】



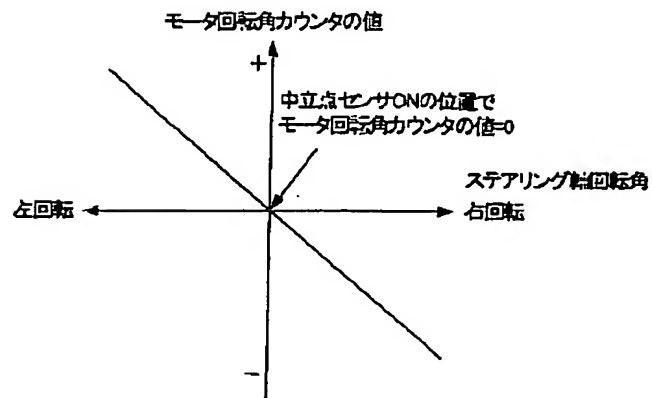
【図17】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 知之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 堤 和道
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC26 DA03 DA15 DA19 DA24
DA63 DC33 EB08 EB12
3D033 CA13 CA16 CA17 CA24 CA27